

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-162346

(P 2002-162346A)

(43) 公開日 平成14年6月7日 (2002. 6. 7)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G 0 1 N	21/27	G 0 1 N	21/27 C 2G057
	21/05		21/05 2G059
G 0 2 B	1/10	G 0 2 B	5/18 2H047
	5/18		1/10 Z 2H049
	6/12		6/12 Z 2K009
審査請求 未請求 請求項の数 20 O L		(全 13 頁)	

(21) 出願番号 特願2000-355354 (P2000-355354)

(22) 出願日 平成12年11月22日 (2000. 11. 22)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(71) 出願人 000102739

エヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジー株式会社

東京都新宿区西新宿二丁目1番1号

(72) 発明者 岩崎 弦

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100082717

弁理士 雨宮 正季

最終頁に続く

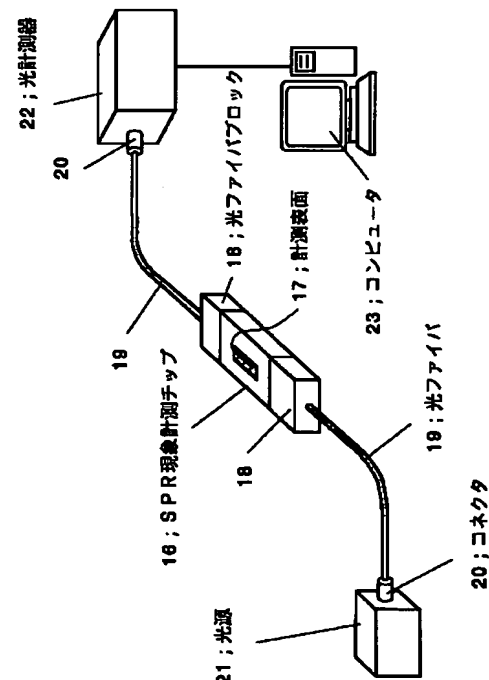
(54) 【発明の名称】 光導波路型 S P R 現象測定装置

(57) 【要約】

【課題】 光導波路作製技術を用いて、小型で交換の便利な S P R 現象計測チップを提供し、この S P R 現象計測チップに光源、光計測器を簡便な方法により接続した S P R 現象測定装置を提供する。

【解決手段】 光導波路と、前記光導波路のコアに少なくとも一部が直接接触する金属薄膜を光導波路型 S P R 現象計測チップ 16 と、光を入射するための光源 21 と、出射された光を計測するための光計測器 22 とを有する。

【効果】 光導波路作製技術を用いれば、導波路コアを一つのチップ上に多数作製したり、途中で分岐したり、回折格子を設けたりと様々な機能を持たせることができ、それらの S P R 現象計測チップを安価で多量に作製することが可能であるで、種々の S P R 現象測定装置を安価に、容易に製造可能である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 コアと前記コアの周囲に設けられたクラッドとを備え、前記コアは前記クラッドより高い屈折率を有し、前記コアに入射した光を閉じ込めて伝播する光導波路と、前記コアに少なくとも一部が直接接触し、かつ表面プラズモン共鳴現象を起こす金属薄膜であって、前記コアを伝播する光を計測することによって表面プラズモン共鳴現象を測定される試料が接触するように設けられる前記金属薄膜とを備えた光導波路型 S P R 現象計測チップと、光を入射するための光源と、出射された光を計測するための光計測器と、前記光源と前記光導波路型 S P R 現象計測チップの光導波路と前記光計測器とを光学接続するための光学接続手段を有することを特徴とする光導波路型 S P R 現象測定装置。

【請求項 2】 前記光導波路型 S P R 現象計測チップと前記光源と前記光計測器は光ファイバで光学接続されていることを特徴とする請求項 1 記載の光導波路型 S P R 現象測定装置。

【請求項 3】 前記光導波路型 S P R 現象計測チップは、クラッド中に複数のコアを有する、複数の光導波路を備えていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の光導波路型 S P R 現象測定装置。

【請求項 4】 円板状の前記光導波路型 S P R 現象計測チップの半径方向に複数の光導波路と、それぞれの光導波路のコアと接触するような前記金属薄膜とを設け、その中心に 45° の角度で逆すり鉢状の皿穴を設けるとともに、前記逆すり鉢状の皿穴の裾野に前記光源よりの光を入力し、半径方向に伸びる前記光導波路のコアが光を導光し出射するようになっている前記光導波路型 S P R 現象計測チップが回転可能な基板上に設けられており、それぞれの光導波路よりの出射光が前記基板の回転により前記光計測器でそれぞれ計測可能になっていることを特徴とする請求項 1 から 3 記載のいずれかの光導波路型 S P R 現象測定装置。

【請求項 5】 前記光ファイバは、3次元の x, y, z 軸とそれぞれの軸について回転方向に移動できる 6 軸移動可能な光ファイバ固定治具によって固定されており、前記光導波路型 S P R 現象計測チップは x 軸を移動可能な固定治具によって固定されて、前記光ファイバの光軸と、前記光導波路型 S P R 現象計測チップの光導波路の光軸が一致可能にしていることを特徴とする請求項 1 から 3 記載のいずれかの光導波路型 S P R 現象測定装置。

【請求項 6】 複数の光導波路とそれぞれの光導波路に接触するように設けられた金属薄膜を有する光導波路型 S P R 現象計測チップの所定の前記光導波路のコアに光を入射可能なスイッチング機能を有するスイッチ光導波路を、前記光源と光導波路型 S P R 現象計測チップ間に設けたことを特徴とする請求項 1 から 3 記載のいずれかの光導波路型 S P R 現象測定装置。

【請求項 7】 複数の光導波路とそれぞれの光導波路に

接触するように設けられた金属薄膜を有する光導波路型 S P R 現象計測チップよりの出射光を集光し、前記光計測器に導光する分岐光導波路を、前記光導波路型 S P R 現象計測チップと光計測器間に設けたことを特徴とする請求項 6 記載の光導波路型 S P R 現象測定装置。

【請求項 8】 前記光導波路型 S P R 現象計測チップの光導波路のコアは、その伸長方向に対し 45° の角度に形成された端面を有し、前記光導波路のコアの伸長方向から 90° の方向より前記 45° に形成された前記コアの端面に光を入射し、前記コアに光を導光させることを特徴とする請求項 1 から 7 記載の光導波路型 S P R 現象測定装置。

【請求項 9】 前記コアより出射する端面は、前記コアの伸長方向に対し 45° の角度に形成された端面であり、前記コアを導光された光を 90° 方向に出射することを特徴とする請求項 8 記載の光導波路型 S P R 現象測定装置。

【請求項 10】 前記光導波路型 S P R 現象計測チップの光導波路のコア中に 45° 方向に光を反射するグレーティングを設け、前記グレーティングに前記光導波路のコアの伸長方向から 90° の方向より光を入射し、前記コアに光を導光させることを特徴とする請求項 1 から 7 記載の光導波路型 S P R 現象測定装置。

【請求項 11】 前記コア中に 45° 方向に光を反射するグレーティングを設け、前記グレーティングにより前記光導波路のコアの伸長方向から 90° の方向に光を出射することを特徴とする請求項 10 記載の光導波路型 S P R 現象測定装置。

【請求項 12】 前記光源と S P R 現象計測チップと光計測器は同一基板上に設けられていることを特徴とする請求項 1 から 3 記載のいずれかの光導波路型 S P R 現象測定装置。

【請求項 13】 前記光ファイバと光導波路型 S P R 現象計測チップのコアは光ファイバ固定ブロックにより光学接続されていることを特徴とする請求項 2 記載の光導波路型 S P R 現象測定装置。

【請求項 14】 前記光ファイバ固定ブロックは、前記光ファイバと光学接続されたベア光ファイバと、ガイドピンを挿入するための穴を備えていることを特徴とする請求項 13 記載の光導波路型 S P R 現象測定装置。

【請求項 15】 前記光導波路型 S P R 現象計測チップは、前記光ファイバ固定ブロックの穴に対応する位置に穴を備え、前記両穴にガイドピンを挿入することにより、前記ベア光ファイバと前記光導波路型 S P R 現象計測チップの光導波路のコアは、相互に光学的に接続されることを特徴とする請求項 14 記載の光導波路型 S P R 現象測定装置。

【請求項 16】 光源が広波長光源、波長可変光源、単色光光源のいずれかであり、光計測器が分光器、光量計測器のいずれかである請求項 1 から 15 に記載のいずれ

かの光導波路型SPR現象測定装置。

【請求項17】 光計測器は演算処理装置に接続され、データの表示、蓄積、加工が可能であることを特徴とする請求項1から16記載のいずれかの光導波路型SPR現象測定装置。

【請求項18】 光計測器にて測定される光が、前記金属薄膜へp偏光光で入射する光成分であることを特徴とする請求項1から17記載のいずれかの光導波路型SPR現象測定装置。

【請求項19】 前記光導波路型SPR現象計測チップと、光源および光計測器は容易に分離することができ、前記光導波路型SPR現象計測チップは繰り返し着脱が可能であることを特徴とする請求項1から18に記載のいずれかの光導波路型SPR現象測定装置。

【請求項20】 前記光導波路型SPR現象計測チップの金属薄膜上に試料を導入、排出することのできるフローセルが形成されているもしくはフローセルが着脱可能であることを特徴とする請求項1から19記載のいずれかの光導波路型SPR現象測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は光導波路型SPR現象測定装置、さらに詳細には光学系を用いて金属薄膜上の屈折率を測定することにより、特定物質の定量・定性を行うことができる光導波路型SPR現象測定装置に関するものである。すなわち導波路作製技術を用いて光を計測表面に導光できる計測チップを使用した光導波路型SPR現象測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来化学プロセス計測、環境計測や臨床検査等で呈色反応や免疫反応を利用した測定が行われている。しかしこの測定方法では被測定物をサンプル抽出する必要があるほか、煩雑な操作や標識物質を必要とするなどの問題があり、標識物質を必要とすることなく、高感度で被測定物中の化学物質の定性・定量測定の可能なセンサとして光励起表面プラズモン共鳴現象を利用したセンサが提案・実用化されている。以下表面プラズモン共鳴 (Surface Plasmon Resonance) をSPRと略して用いる。

【0003】 SPR現象測定装置は図16に示すように、光源1から発した光をp偏光光のみを通す偏光板2を通しレンズ3である入射角範囲を持たせて高屈折率プリズム4に入射させ、被測定物6に接したセンサ膜を有した金属薄膜5を照射し、金属薄膜からの反射光の強度変化を、プリズム4を通して光電子検出器7で検出するシステムが一般的である。

【0004】 光源1から発した光は、プリズムと金属の界面でエバネッセント波となり、その波数は次式により求められる。

【0005】 $k_{ev} = k_p n_p \sin \theta$

ここで、 k_p は入射光の波数、 n_p はプリズムの屈折率、 θ は入射角である。

【0006】 一方、金属薄膜表面では、表面プラズモン波が生じ、その波数は次式により求められる。

【0007】

$$k_{sp} = (C/\omega) \cdot \sqrt{(\epsilon n^2 / (\epsilon + n^2))}$$

ここで、 C は光速、 ω は角振動数、 ϵ は金属薄膜の誘電率、 n は被測定物の屈折率である。

【0008】 この、エバネッセント波と表面プラズモン波の波数が一致する入射角 θ もしくは入射光の波数の時、エバネッセント波は表面プラズモンの励起に使われ、反射光として観測される光量が減少する。

【0009】 図16では、光源1から放射された光はレンズ3を通して常にある入射角度範囲を持った光を入射するようになっており、さらに広範囲の入射角の光を入射できるように、光源1と光電子検出器7は一定の反射角を保ちながら駆動できるタイプが多い (図16矢印参照)。

【0010】 もしくは、図17に示すように入射光の角度は一定とし、入射光の波数が可変であるタイプ、あるいは反射光を分光できるタイプもある。図17において符号は、図16と同じ部材を示す。

【0011】 SPR現象はプリズム、金属薄膜に接した被測定物の屈折率に依存するために、例えば試料 (被測定物) を水として、図16のような構成のSPR測定装置で測定した場合、図18に示すようにある一定の角度で極小を持つ曲線として検出することができ、被測定物の濃度変化による屈折率変化等を測定するばかりか、金属薄膜上に抗体などを固定化することにより、抗原と結合した抗体の屈折率変化を測定することにより、特定物質の定量を行うことができる。

【0012】 近年、SPR現象測定装置は小型化へ多チャンネル化の要求が高まってきている。しかし、図16のような機器構成では装置が大きくなってしまいうという欠点があり、また、金属薄膜上に何らかのセンサ膜を形成し、測定する使用法がほとんどであるために、計測部分おもに金属薄膜の交換は容易であった方が望ましい。ピアコア (Biacore) 社からファイバ型のSPR現象測定装置 (製品名 Biacore Probe)、テキサスインスツルメント (Texas Instrument) 社からエポキシ樹脂中に光源、光電子検出器、偏光板、金属薄膜を配した小型のSPR現象測定装置 (製品名 Spreeta) が販売されている。また、その他様々な小型SPR現象測定装置が提案されている。

【0013】 しかし、ファイバ型のものはその端面に計測のための金属薄膜を形成しているものが多く、加工が困難で、ファイバ1本に付き一つの計測表面しか持つことができない。また、端面の反射光を取り出すためのスプリッターやカブラなどの光部品が必要となる。

【0014】エポキシ樹脂などにすべての光学系を配したタイプのものは、すべての光学部品を精度よく配置しなければならず、しかも、金属薄膜の交換の利便性を失っている。さらに光源や受光部分がエポキシ中に組み込まれているため、センシング部分を交換する際にすべての部分を交換する必要がある、コストが高くなる欠点があった。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】本発明はこのような現状を鑑みてなされたものであり、その目的は、汎用性・生産性の高い光導波路作製技術を用いて、小型で交換の便利なSPR現象計測チップを提供し、このSPR現象計測チップに光源、光計測器を簡便な方法により接続したSPR現象測定装置を提供することである。さらに、光源、光計測部分とセンシング部分を繰り返し着脱可能な構造にし、より低価格のSPR現象測定装置を実現するものである。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明によるSPR現象測定装置は、コアと前記コアの周囲に設けられたクラッドとを備え、前記コアは前記クラッドより高い屈折率を有し、前記コアに入射した光を閉じ込めて伝播する光導波路と、前記コアに少なくとも一部が直接接触し、かつ表面プラズモン共鳴現象を起こす金属薄膜であって、前記コアを伝播する光を計測することによって表面プラズモン共鳴現象を測定される試料が接触するように設けられる前記金属薄膜とを備えた光導波路型SPR現象計測チップと、光を入射するための光源と、出射された光を計測するための光計測器と、前記光源と前記光導波路型SPR現象計測チップの光導波路と前記光計測器とを光学接続するための光学接続手段を有することを特徴とする。

【0017】本発明の特徴は、SPR現象計測チップに光導波路を用い、光源、検出器と簡便な光学系で結合させた点にある。光導波路作製技術を用いれば、導波路コアを一つのチップ上に多数作製したり、途中で分岐したり、回折格子を設けたりと様々な機能を持たせることができ、それらのSPR現象計測チップを安価で多量に作製することが可能である。

【0018】また、様々な光導波路への光の入出力の方法により、光源、光計測器との接続が容易になる。

【0019】

【発明の実施の形態】本発明によるSPR現象測定の原理は図17の形式の応用であり、プリズムの代わりに光導波路を使用し、スペクトルを計測するものである。

【0020】本発明のSPR測定装置のセンシング部分である光導波路を用いたSPR現象計測チップの概略図を図1aに示す。光導波路は直線の導波路のコア9と、前記コア9の周りに、前記コア9よりも屈折率の低いクラッド8及びオーバークラッド10を設けた構造になっ

ている。

【0021】コア9の一部には金属薄膜5が直接に接する形で形成されており、この部分が計測表面となる。入射光11はコア9に入射され、計測表面上の試料（被測定物質）6とSPR現象が生じ、出射光12として出射される。出射された光の光量変化や、スペクトル変化を計測することにより、SPR現象を観察することができる。

【0022】図1bに示すように、計測表面上に試料を流すことのできるフローセルを取り付けることも可能であるが、そのフローセルを光導波路の作製技術を用いて作製することもできる。すなわちオーバークラッド10の形状を試料が計測表面に流れることのできる形状にした流路Fを形成し、その上に天板Pを貼り付け、試料の出入口となる試料を流すための配管であるキャピラリーC等を取り付ければSPR現象を計測するためのチップとフローセルを一体化することができる。なお、図1bで天板Pはわかりやすいように透明に記載してあるが、透明でなくともよい。

【0023】図2のように多数のコア9を形成することもできる。それぞれのコア上に形成してある金属薄膜5上に、それぞれ、ある特定の物質A、B、Cに反応して金属薄膜5上の屈折率を変化させるセンサ膜をそれぞれ固定化すれば、試料中に物質Aが含まれている場合、そのセンサ膜を固定化した光導波路のSPR現象に変化が生じる。このように複数の特定物質の検出を行うことができるマルチチャンネルセンサとして使用することが可能である。図2に示すSPR現象計測チップでは、11a、11b、11cと示すように、それぞれに光を入射し、出射光12a、12b、12cをそれぞれ測定する。

【0024】図1のようなSPR現象計測チップを作製する場合、図3(a)のようにクラッド8にダイシングソー等の切削手段、マスクを通したエッチング等の手段、サンドブラスター等の手段によってコアを形成するための溝13を作製し、その溝にコア9を形成し（図3(b)）、その上に金属薄膜5を形成する（図3(c)）。金属薄膜5はコア9の少なくとも一部に形成していればよく、クラッド8全体に形成してもよい。

【0025】この段階でもSPR現象の計測は行えるが、試料を乗せるための窪みをオーバークラッド10で作製してもよい（図3(d)）。図3(d)におけるオーバークラッド10は光感応性高分子を用い、マスクを通して必要部分に紫外線を照射し硬化させることによって作製可能である。

【0026】また、図4に示すように、クラッド8の上に、コア9を形成する（図4(a)）。コア9の形成する方法は、前述の光感応性樹脂とマスクを使用する方法やマスクを通したエッチングの方法などが考えられる。その後、コア9と同じ高さまでクラッド8を形成する

(図 4 (b))。その後、金属薄膜 5 を形成し (図 4 (c))、試料を乗せるための窪みを作製する。

【0027】さらに、図 5 のように、平滑な基板 14 の上に $1\mu\text{m}$ 程度のクロム (犠牲層) 15 を形成し (図 5 (a))、その上にコア 9 を形成する (図 5 (b))。その上に、クラッド 8 を形成し (図 5 (c))、犠牲層のクロム 15 を溶かして基板 14 を剥離する (図 5 (d))。その上にオーバークラッド 10 を計測領域を除いて形成し、その上に金属薄膜 5 を形成することによっても作製できる。

【0028】光導波路のコアの形状は、マスクのパターンを変えることによって様々に変えることが可能である。

【0029】以上の方法により作製された SPR 現象計測チップは、何らかの方法で光源・光計測器と接続することにより、SPR 現象の測定が可能となる。

【0030】光源からの光計測器までの光の伝播媒体として、光ファイバを使用した場合、光通信の分野で一般的に使われていた手法を応用することができる。

【0031】図 6 に示すように、本発明による一具体例によれば、光コネクタ接続タイプの光源 21 および光計測器 22 を備えており、光源 21 は光コネクタ 20 を介して加工した光ファイバ 19 に接続し、この光ファイバ 19 は光ファイバブロック 18 を介して、SPR 現象計測チップ 16 に接続している。この SPR 現象計測チップ 16 は同様に光ファイバブロック 18 を介して光ファイバ 19 に接続しており、この光ファイバ 19 はコネクタ 20 を介して光計測器 22 に接続した構成になっている。光計測器 22 はコンピュータ 23 などの演算処理装置に接続され、データの表示、蓄積、加工が可能である。

【0032】前記光ファイバブロック 18 は SPR 現象計測チップ 16 と UV 硬化樹脂で接着固定されている。光ファイバブロックは、光通信の分野で光導波路とファイバの接続に一般的に使用されている。光ファイバブロックは、ガラスなどのブロックに光ファイバが固定できるように V 溝が形成されており、その上から押さえのブロックを乗せて UV 硬化樹脂で固定してあるものである。光ファイバブロックの端面と、接着する SPR 現象計測チップの光導波路の端面を光学研磨した後、UV 硬化樹脂で接着固定することにより、光ファイバを接続した SPR 現象計測チップを作製することができる。

【0033】また、図 7 のように、光ファイバと SPR 現象計測チップの接着・固定をせずに、SPR 現象計測チップのみの交換を可能とした装置も考えられる。これは、光ファイバと SPR 現象計測チップのコアの位置調節に一般的に使用されるシステムである。光源 21、光計測器 22 と接続された光ファイバ 19 は光ファイバ固定治具 24 で固定され、その光ファイバ固定治具 24 は 6 軸 (x, y, z, θx , θy , θz) の移動ステージ

25 の上に固定されている。すなわち光ファイバ固定治具 24 は前記移動ステージ 25 によって、3 次元の x, y, z 軸とそれぞれの軸について回転方向に移動できる 6 軸移動可能である。SPR 現象計測チップ 28 は光導波路固定治具 27 によって固定されている。光導波路固定治具 27 はポンプによる吸引口が開いており、SPR 現象計測チップを吸引固定する。光導波路固定治具 27 は x 軸を移動可能な移動ステージ 26 に固定されており、x 軸を移動可能になっている。このため光を入射、出射する両方の光ファイバ 19 と SPR 現象計測チップ 28 の光導波路は容易に光軸を一致させることができる。

【0034】以上のような構成の装置により、光ファイバから SPR 現象計測チップへの光の入射、SPR 現象計測チップから光ファイバへの出射光の導入における光軸調整を、光ファイバ固定治具 24 の移動ステージ 25 を動かすことによって効率的に行うことができる。

【0035】また、コアを複数本設けた SPR 現象計測チップ 28 であっても、1 本のコアの光軸調整を行い、コア間の距離がわかっているならば、SPR 現象計測チップの固定治具 27 の x 軸移動ステージ 26 をコア 9 間距離だけ動かすことによって簡単に複数本のコアの計測を行うことができる。

【0036】材料として高分子有機材料を用いた SPR 現象計測チップ 16 では、光導波路を 45° に切断すると、その端面で光が 90° 反射をする。この性質を利用して、図 8 a 及び図 8 b のような装置を作製することも可能である。光源 21 から光が発せられ 45° に切断された光導波路の光を入射する端面で 90° 反射して、コア 9 に入射される。計測表面 17 にて SPR 現象の影響を受けた光は、 45° に切断された光導波路の光を出射する端面で 90° 反射して、光計測器 22 へ向かう。

【0037】端面を 45° に加工した光導波路は、ダイシングソーのブレードが 45° で細くなっている形状のものを選択し、切断することにより容易に作製することができる。

【0038】光源 21 と光計測器 22 は SPR 現象計測チップ 16 の台座 29 に固定されているか、光ファイバなどを介して、接続しても良い。光導波路は光源 21、光計測器 22 と光軸が合うように設計され、さらに、台座 29 に設置したときにずれないようにガイド 30 を設けたほうが良い。

【0039】通信用光導波路技術では、導波路上に直接、受発光素子を固定する技術が確立されているが、その技術を応用することが可能である。図 9 に示すように、SPR 現象計測チップ 16 と同じ基板上に、光源 21、光計測器 22 を設置するためのステージを予め設けておき、SPR 現象計測チップ 16 の光導波路のコア 9 に光源 21 の入射光 11 が導光できるように、また、コア 9 からの出射光 12 を光計測器 22 で受光できるよう

に、光源 21、光計測器 22 の位置を調節し、固定する。この技術により、SPR 測定装置が非常に小さく、ワンチップとすることができる。

【0040】また、図 10 に示すように、SPR 現象計測チップ 16 の光導波路中に光を 90° に反射するグレーティング 31 を形成することによって、光の入出力をすることも可能である。光源 21 から発した光は台座 29 に固定された光ファイバ 19 に導入され、光導波路のグレーティング 31 に照射される。グレーティングによって反射した光は、コア 9 内を伝播し、SPR 現象を引き起こす。SPR 現象の影響を受けた光は、再び、グレーティング 31 によって 90° 反射し、光ファイバ 19 内を伝播し、光計測器 22 によって測定することができる。

【0041】前述した、光ファイバブロック 18 と SPR 現象計測チップの接続を、コネクタのように、容易に着脱できるようにすることも考えられ得る。図 11a のように、光ファイバ固定用のブロック 34 にガイドピン用の溝 33 (a) 参照) を作製し、貼り合わせるブロック 34 にも溝 33 を作製し、両者を貼り合わせることで、ガイドピン用の穴 35 のついた光ファイバブロック 18 を作製する (b) 参照)。この部分には MT コネクタを使用しても良い。なお図において、32 はベア光ファイバである。

【0042】一方、図 11b に示すように、SPR 現象計測チップ 16 の方にも、光ファイバブロック (MT コネクタ) 18 のベア光ファイバ 32 のコア位置に合うように、SPR 現象計測チップ 16 にガイドピン用の穴 35 を設けておき、図 11 (c) のように、ガイドピン 36 を介して両者を接続することが可能である。光ファイバ 19 を光源 21、および光計測器 22 に接続すれば、SPR 現象が測定が可能で、そのシステムは図 6 と同じである。また、測定後に SPR 現象計測チップのみを容易に交換することが可能である。

【0043】また、計測領域を多数持つ光ファイバの測定において、図 12a、図 12b のような装置を提案する。

【0044】円板状の基板 37 上に、半径方向に放射状コア 9 を形成した光導波路を設け、その一部に金属薄膜 5 を形成した円板状の SPR 現象計測チップ 16 を設けた。円板状の SPR 現象計測チップ 16 の中心には 45° の角度で逆すり鉢状の円板状の皿穴 38 を彫る。すると、光源 21 から光が前記逆すり鉢状の皿穴 38 の裾野に入射され、 45° の傾斜のついた裾野部分で光が 90° 反射し、半径方向に伸長するコア 9 内を伝播し、金属薄膜 5 での SPR 現象の影響を受けた光が、円形基板 37 の外周から出射され、光計測器 22 で測定することができる。さらに、円形の基板 37 の台を回転駆動が付いた回転台 39 にすることにより、複数のコアの連続測定が可能である。

【0045】多チャンネル測定の方法としては、図 13 の方法も考えられる。光源 21 からの光は光ファイバ 19 を介して、スイッチ光導波路 40 に入射され、スイッチ部分 43 で適当にスイッチングされ、SPR 現象計測チップ 41 の目的の光導波路のコア 9 のみに入射されるようになっている。SPR 現象計測チップ 41 で SPR 現象の影響を受けた光は、分岐光導波路 42 に入射され、一本のコアへと集光される。集光された光は、光ファイバ 19 を介して光計測器 22 へと接続されている。

【0046】この装置により、多チャンネルの測定を、一対の光源、光計測器で行うことができる。スイッチング部分は熱光学スイッチや物理的な光学スイッチなどが考えられる。また、スイッチ光導波路を光計測器側に配した装置や、光源側、光計測器側両方ともスイッチ光導波路をする方法も考えられる。

【0047】測定に際し、光源、光計測器の組み合わせにはいろいろ考えられる。光源 21 が白色光源の場合、光計測器 22 は分光器が適当で、SPR 現象を波長スペクトルで計測することができ、試料に起因する屈折率の変化をそのスペクトル変化で検知することができる。光源 21 が波長可変光源である場合は、光計測器は波長可変光源の発する波長の光の光量を計測できるものであれば良く、SPR 現象を波長スペクトルで検知することができる。

【0048】さらに、光源として適当な単色光光源を使用した場合、光計測器としてその単色光の光量を測定できる受光器などで良く、試料に起因する屈折率の変化を、光量の変化として検知することができる。このシステムの場合、光源および受光器を素子タイプのものを選択することによって、装置を非常に小型化できる点にある。

【0049】効果的に SPR 現象を起こさせるためには、p 偏光光を入射する必要があり、次の 3 つの方法が考えられる。(1) 図 6 における光ファイバ 19 を偏波保持ファイバとする方法、(2) 光導波路途中に溝を切り、その溝に偏光板を固定する方法、(3) 図 4 の光導波路の入射端に偏光板を貼り付ける方法、(4) 光ファイバの途中に偏光フィルターを挿入する方法などが挙げられる。

【0050】なお、SPR 現象計測チップの表面プラズモン共鳴現象を起こす金属薄膜としては、従来この種の SPR 現象計測装置に使用される金属薄膜を有効に使用できる。この金属薄膜は、好ましくは $40 \sim 52 \text{ nm}$ であるのがよい。この範囲を外れると、表面プラズモン共鳴現象を反射光を使って検出するのが困難になると言う欠点を生じるからである。

【0051】

【実施例】以下、本発明を実施例によりさらに具体的に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されない。

【0052】

【実施例 1】エポキシの基板上にクロムを $1\mu\text{m}$ 程度スパッタ法により形成した。その上に UV 硬化性高分子コア材を塗布し、マスクを通した UV 光で必要部分のみを硬化した。未硬化部分は溶剤で除去した。

【0053】作製したコアの断面形状は $62.5\mu\text{m} \times 62.5\mu\text{m}$ とし、コアを 4 本作製し、コア間距離は 2.5mm とした。その上に、熱硬化性高分子クラッド材を塗布し加熱硬化させ、 $100\mu\text{m}$ 形成した。その上に、接着剤で別のエポキシ基板を接着した。その基板をクロム溶解液に入れ、クロム層を溶解し、最初のエポキシ基板を剥離した。すると、平滑な導波路コアが現れた。

【0054】その上に UV 硬化性高分子クラッド材を塗布し、マスクを用いて、コアの一部（SPR 現象計測用金属薄膜形成部分）を除いてクラッドを硬化させ、未硬化部分は溶剤で除去し、その光導波路の入射端、出射端には端面研磨、光ファイバ接続用のガラスブロックを接着し、端面研磨を行った後、チタンを 50\AA 、金を 450\AA 、スパッタ法により形成し、図 2 のような光導波路型 SPR 計測チップを作製した。

【0055】また、別工程で、V 溝を形成したガラスブロックに光ファイバを配置し、上から別のガラスブロックで押し付けて UV 硬化性樹脂で接着した後、その端面を研磨し、光ファイバブロックを作製した。光ファイバの片端には光コネクタを作製した。以上のようにして作製した、光導波路型 SPR 計測チップと光ファイバブロックを、通信用光導波路と光ファイバブロックの接続で使用される、光軸合わせ装置で、光軸を合わせ、UV 硬化性樹脂で接着した。

【0056】そして、光ファイバは一方を白色光源に、もう一方を分光器へ接続し、光導波路型 SPR 現象測定装置とした。その構成は図 6 のようになっている。その測定結果を図 14、図 15 に示す。図 14 は空気と水の違いを示したものであり、水を金属薄膜上に滴下することによって、SPR 現象が生じ、結果、吸収としてスペクトルが得られた。また、図 15 には、試料を水（a で示す）、 $1\text{wt}\%\text{KCl}$ （b で示す）、 $10\text{wt}\%\text{KCl}$ 溶液（c で示す）として測定を行った結果を示す。各溶液の屈折率の違いからスペクトルに変化が現れていることがわかり、SPR 現象測定に十分な性能を発揮していることがわかる。

【0057】

【実施例 2】実施例 1 の方法では、光導波路を交換するためには、光ファイバ、光コネクタ、光ファイバブロックも必然的に交換しなければならないが、SPR 現象計測チップのみを交換できる構成を考える必要がある。

【0058】実施例 1 と同じ工程で光導波路型 SPR 現象計測チップを作製した。図 7 は光ファイバ固定治具 24、移動ステージ 25、26、SPR 現象計測チップの固定治具 27 がセットで光学常盤に設置されている。光

源 21 からの光は SPR 現象計測チップ 28 を通過し、効率的に光計測器 22 で受光されるように、光計測器の受光データはフィードバックされ移動ステージ 25 を自動で動かし、最適な位置を探るシステムとなっている。

【0059】以上のようなシステムで、SPR 現象計測チップの固定治具 27 に SPR 現象計測チップを固定し、はじめの 1 本の導波路のコア 9 を光軸合わせを行い、計測した後、移動ステージ 26 を 2.5mm 動かし、自動的に次の導波路のコアの測定をすることが可能である。

【0060】また、作製する SPR 現象計測チップの寸法を常に同じにしておけば、SPR 現象計測チップを取り替えた場合にでも、光軸合わせを行うことなく即座に測定を行うこともできる。その場合には、光ファイバ固定治具と、SPR 現象計測チップの固定治具の位置を固定しておくことで、移動ステージ 26 のみで装置を構成することが可能である。

【0061】

【実施例 3】実施例 1 と同じ手順で光導波路を作製した後、その両端を 45° の角度で切断できるブレードで切断し、図 8 a 中で示される光導波路型 SPR 現象計測チップを作製した。この SPR 現象計測チップの光導波路は、その 45° に加工した端面に光導波路平面に垂直方向から光を入射すると、その端面で光が 90° 反射し、導波路のコア内を伝播し、再び 45° に加工した端面で光が 90° に反射し光導波路平面と垂直方向に出射されることを確認した。

【0062】そこで、図 8 a、図 8 b に示すように、光導波路の 45° 加工した端面の垂直方向に白色 LED、と分光器を設置する。白色光源はコリメートレンズを使用し、導波路コアに効率的に光を導入でき、出射光もコリメートレンズを介して分光器に光を入射している。

【0063】さらに、SPR 現象計測チップを交換しても、常に同じ位置に設置でき、光軸がずれないように、ガイド 30 を設けることができる。この装置により、SPR 現象によるスペクトルを測定でき、かつ、SPR 現象計測チップは容易に交換することが可能である。

【0064】

【実施例 4】実施例 1 と同じ手順で SPR 現象計測チップを作製した。ただし、導波路のコア作製時に、光を 90° に反射させるグレーティングを 2 ヶ所形成し、図 10 中に示される SPR 現象計測チップを作製した。その結果、光導波路中のグレーティング 31 部分に光を入射すると、コア 9 内を光が伝播し、もう 1 ヶ所のグレーティング 31 から光が出射されることを確認した。

【0065】そこで、図 10 に示すように、グレーティングの導波路平面に垂直方向にファイバ 19 を 2 本固定した台座 29 を作製し、その上に、SPR 現象計測チップを所定位置に固定するためのガイド 30 を形成する。2 本の光ファイバは波長可変光源と光量測定器に光コネ

クタで接続した。

【0066】この装置により、SPR現象による影響を受けた光導波路の透過光を測定することが可能である。かつ、SPR現象計測チップは容易に交換することが可能である。

【0067】

【実施例5】実施例1と同じ方法でSPR現象計測チップを作製した後、適切な高さの基板に発光素子21、受光素子22を取り付け、その基板をSPR現象計測チップに、光軸を合わせながら接着する。作製した図9中に示すようなSPR現象計測チップをパッケージングしICチップと同じような形状にする。

【0068】以上のようにして作製すると、SPR測定装置は非常に小型化できる。

【0069】

【実施例6】図13のように、スイッチを設けた多チャンネル測定のできる装置も実現可能である。白色光源21から出た光は光ファイバ19を伝送し、熱光学8チャンネルのスイッチ導波路40に入射される。スイッチ導波路40部分ではコンピュータ23による制御でスイッチングされ、目的のSPR現象計測チップ41の導波路のコア9に光を入射される。SPR計測用の光導波路のコアから出た光は、y分岐導波路42によって一本に集光され、光ファイバ19を介して、分光器22へ接続されている。

【0070】スイッチ導波路40とSPR現象計測チップ41とy分岐導波路42は、これまで記述してきた方法で接続可能である。

【0071】

【発明の効果】以上説明したように本発明によるSPR現象測定装置によれば、光導波路のコアを一つのSPR現象計測チップ上に多数作製したり、途中で分岐したり、回折格子を設けたりと様々な機能を持たせることができる光導波路型SPR現象計測チップを用い、光源、検出器と簡便な光学系で結合させるため、種々の種類のSPR現象測定装置を提供できる。また、光導波路作製技術によって、多くの種類のSPR現象計測チップを安価に、かつ多量に作製することが可能であるとともに、光源、光計測器との接続が容易であるため、前記SPR現象計測チップ、光源、光計測器を容易に交換可能であるという利点もある。

【図面の簡単な説明】

【図1a】本発明による光導波路型SPR現象計測チップの概略図。

【図1b】流路を設けたSPR現象計測チップの斜視図。

【図2】多チャンネル型光導波路型SPR現象計測チップの概略図。

【図3】光導波路型SPR現象計測チップの製造方法の説明図。

【図4】光導波路型SPR現象計測チップの製造方法の説明図。

【図5】光導波路型SPR現象計測チップの製造方法の説明図。

【図6】光ファイバで接続したSPR現象測定装置の概略図。

【図7】光軸合わせ器を使用したSPR現象測定装置の概略図。

【図8a】45°ミラーを利用したSPR現象測定装置の概略図。

【図8b】45°ミラーを利用したSPR現象測定装置の概略図。

【図9】受発光素子をSPR現象測定チップに配置したSPR現象測定装置の概略図。

【図10】グレーティングを利用したSPR現象測定装置の概略図。

【図11a】ガイドピン穴のついた光ファイバブロックの概略図。

【図11b】ガイドピン穴のついたSPR現象計測チップの概略図。

【図11c】ガイドピンを利用した光ファイバブロックとSPR現象計測チップの接続の概略図。

【図12a】円形SPR現象計測チップと回転台を利用したSPR現象計測装置の概略図。

【図12b】円形SPR現象計測チップと回転台を利用したSPR現象計測装置の概略図。

【図13】スイッチを利用したSPR現象測定装置の概略図。

【図14】図6の構成の装置で空気と水を測定した結果を示す図。

【図15】図6の構成の装置で様々な試料を測定した結果を示す図。

【図16】従来の入射角計測タイプにおけるSPR現象測定装置の概略図。

【図17】従来のスペクトル計測タイプにおけるSPR現象測定装置の概略図。

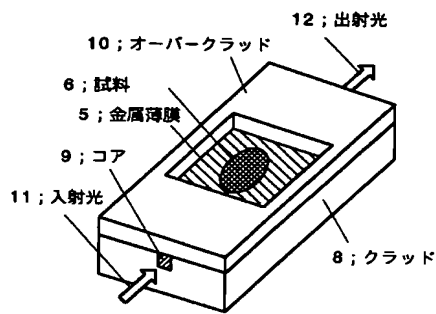
【図18】図16でSPR現象を計測した結果を示す図。

【符号の説明】

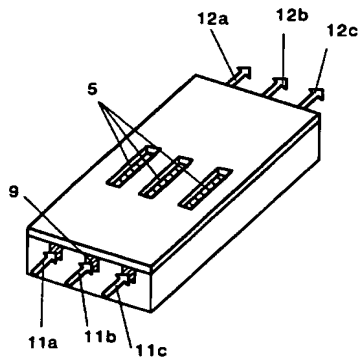
- | | |
|----|----------|
| 1 | 光源 |
| 2 | 偏光板・偏光子 |
| 3 | レンズ |
| 4 | 高屈折率プリズム |
| 5 | 金属薄膜 |
| 6 | 試料（被測定物） |
| 7 | 光電子検出器 |
| 8 | クラッド |
| 9 | 導波路コア |
| 10 | オーバークラッド |
| 11 | 入射光 |

- 15
- 12 出射光
 - 13 コアを形成するための溝
 - 14 基板
 - 15 金属膜（犠牲層）
 - 16 SPR現象計測チップ
 - 17 計測表面
 - 18 光ファイバブロック
 - 19 光ファイバ
 - 20 光コネクタ
 - 21 光源
 - 22 光計測器
 - 23 コンピュータ（演算装置）
 - 24 光ファイバ固定治具
 - 25 移動ステージ
 - 26 移動ステージ
 - 27 固定治具

【図1a】

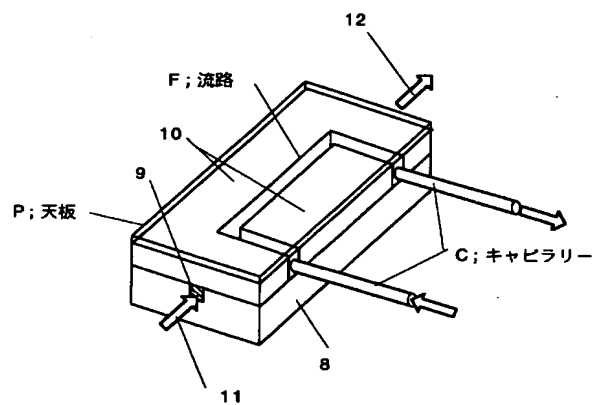


【図2】

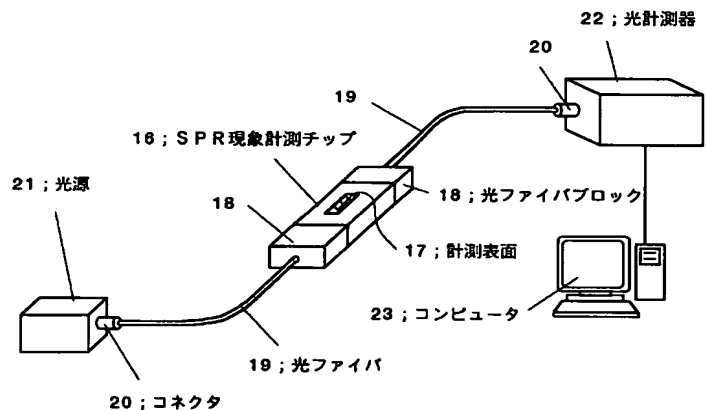


- 16
- 28 SPR現象計測チップ
 - 29 台座
 - 30 ガイド
 - 31 グレーティング
 - 32 ベア光ファイバ
 - 33 ガイドピン用溝
 - 34 ブロック
 - 35 穴
 - 36 ガイドピン
 - 10 37 円板状の基板
 - 38 逆すり鉢状皿穴
 - 39 回転台
 - 40 スイッチ導波路
 - 41 SPR現象計測チップ
 - 42 Y分岐導波路
 - 43 スイッチ部分

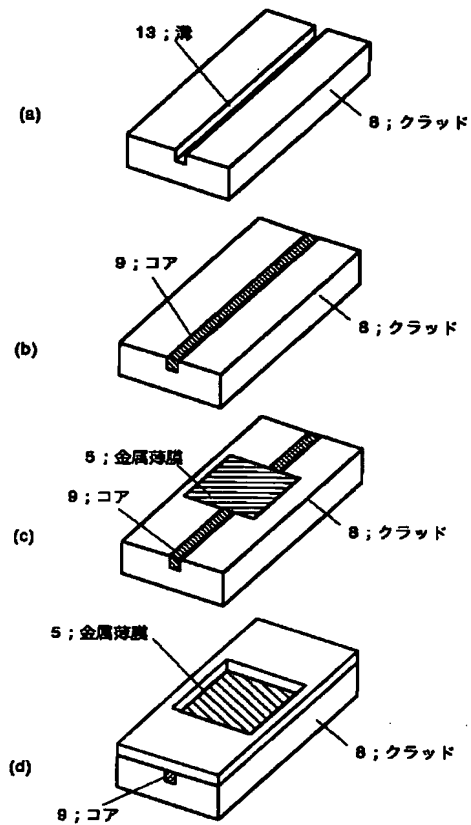
【図1b】



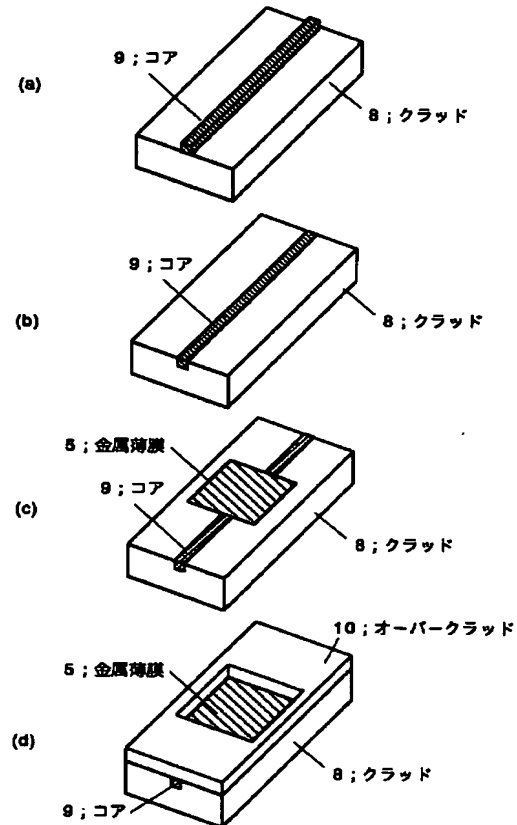
【図6】



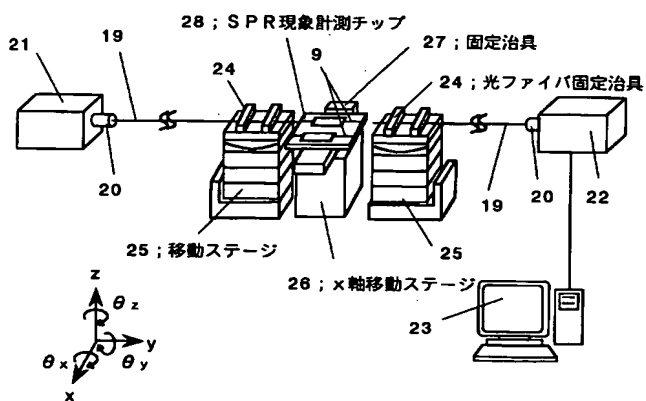
【図 3】



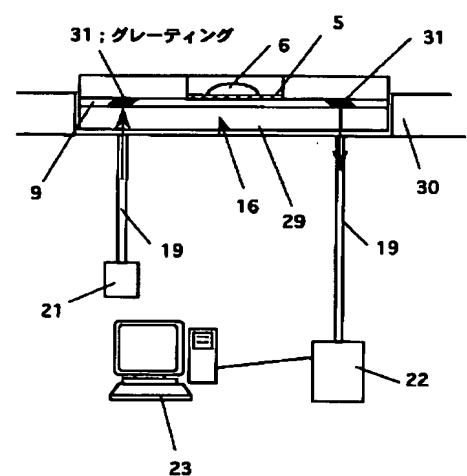
【図 4】



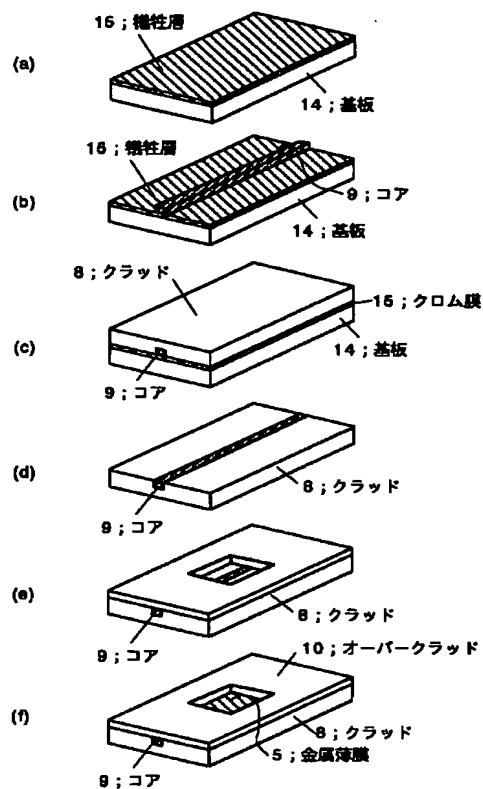
【図 7】



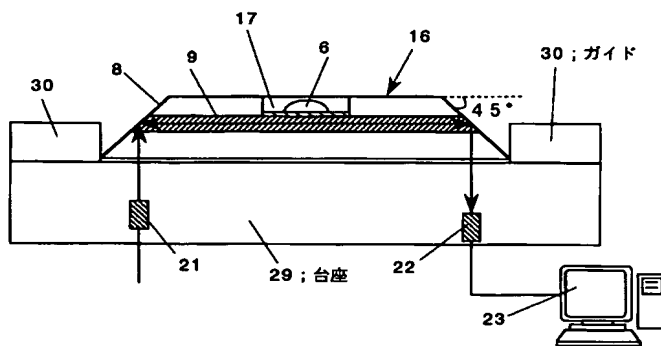
【図 10】



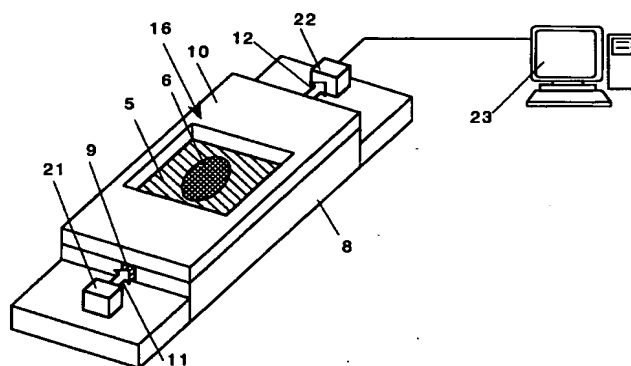
【図 5】



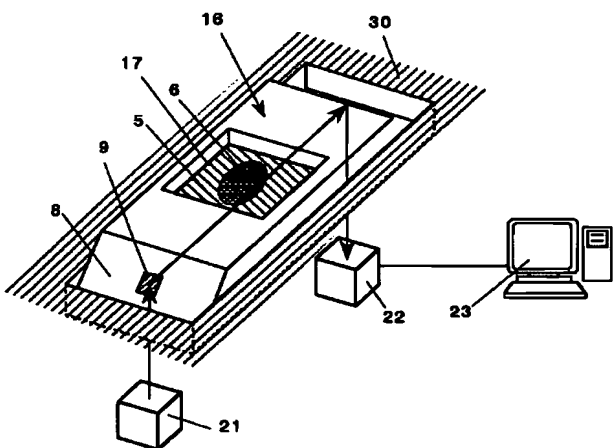
【図 8 a】



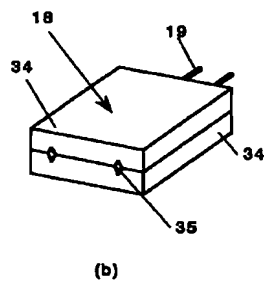
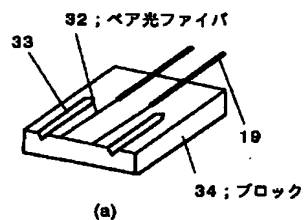
【図 9】



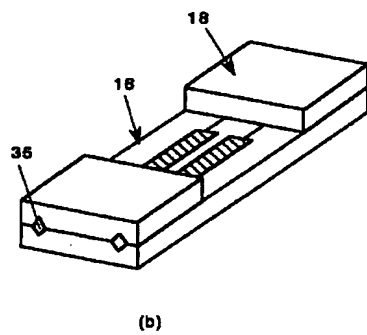
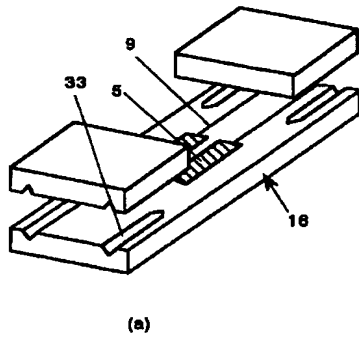
【図 8 b】



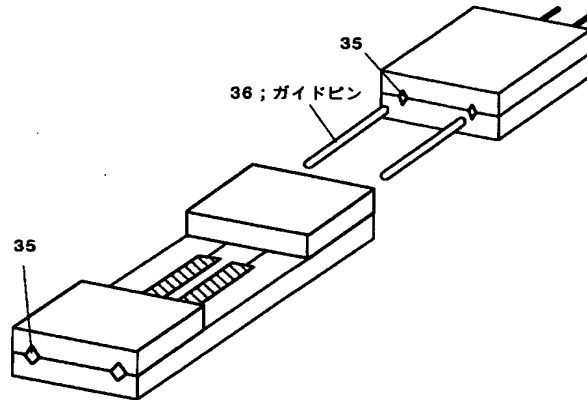
【図 11 a】



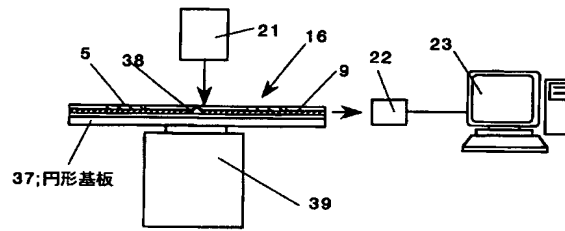
【図 11 b】



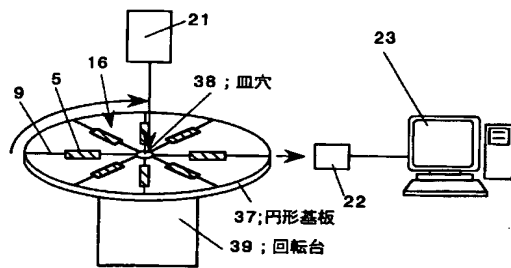
【図 11 c】



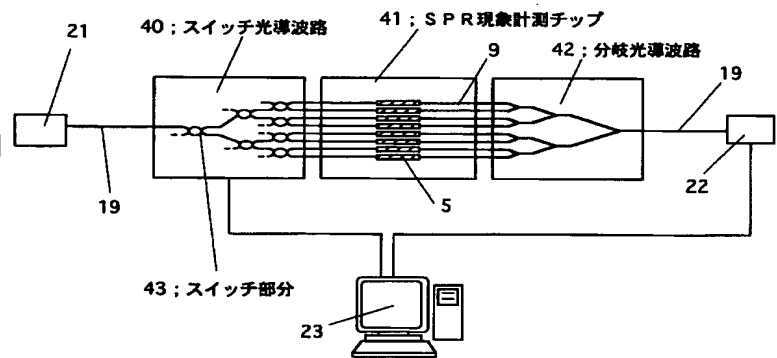
【図 12 b】



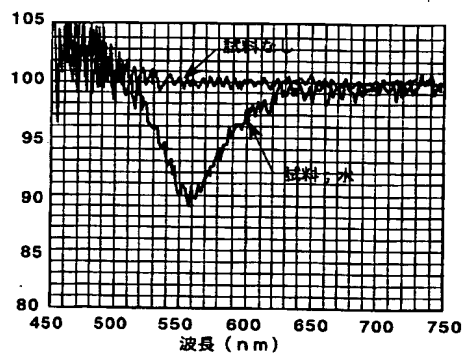
【図 12 a】



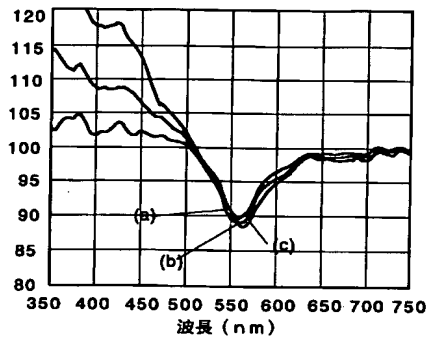
【図 13】



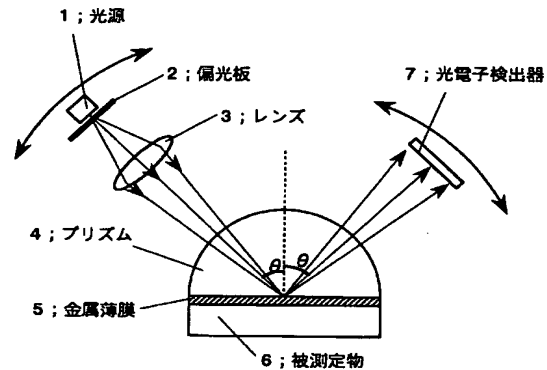
【図 14】



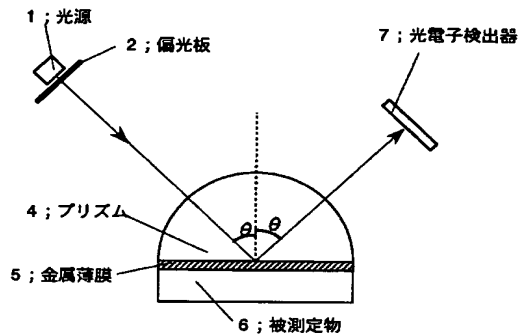
【図 15】



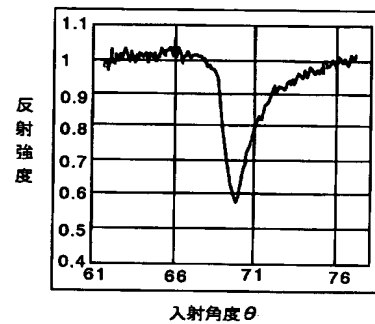
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

- (72) 発明者 丹羽 修
東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日
本電信電話株式会社内
- (72) 発明者 堀内 勉
東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日
本電信電話株式会社内
- (72) 発明者 飛田 達也
東京都新宿区西新宿二丁目 1 番 1 号 エ
ヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジー株
式会社内

- (72) 発明者 田部井 久男
東京都新宿区西新宿二丁目 1 番 1 号 エ
ヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジー株
式会社内
- (72) 発明者 今村 三郎
東京都新宿区西新宿二丁目 1 番 1 号 エ
ヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジー株
式会社内
- F ターム(参考) 2G057 AA12 AC01 BA01 BA05 BC07
CB03 DA11 DB03 DC06
2G059 AA01 BB04 BB13 CC17 DD12
DD13 EE04 EE12 JJ17 JJ19
JJ30
2H047 KA03 KA11 QA07 RA01
2H049 AA06 AA37 AA55 AA62
2K009 BB02 BB11 CC14 DD04 EE00

* NOTICES *

JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The optical waveguide which shuts up and spreads the light which it has the clad prepared in the perimeter of a core and said core, and said core has a refractive index higher than said clad, and carried out incidence to said core, It is the metal thin film which at least a part contacts said core directly, and causes a surface plasmon resonance phenomenon. The optical waveguide mold SPR phenomenon measurement chip equipped with said metal thin film prepared so that the sample which has a surface plasmon resonance phenomenon measured by measuring the light which spreads said core may contact, The optical waveguide mold SPR phenomenon measuring device characterized by having an optical connecting means for making optical connection of the light source for carrying out incidence of the light, the optical instrumentation for measuring the light by which outgoing radiation was carried out, and said light source, the optical waveguide of said optical waveguide mold SPR phenomenon measurement chip and said optical instrumentation.

[Claim 2] Said optical waveguide mold SPR phenomenon measurement chip, said light source, and said light measurement machine are an optical waveguide mold SPR phenomenon measuring device according to claim 1 characterized by making optical connection with the optical fiber.

[Claim 3] Said optical waveguide mold SPR phenomenon measurement chip is an optical waveguide mold SPR phenomenon measuring device according to claim 1 or 2 characterized by having into a clad two or more optical waveguides which have two or more cores.

[Claim 4] While preparing said metal thin film which contacts two or more optical waveguides and the core of each optical waveguide radial [of said disc-like optical waveguide mold SPR phenomenon

measurement chip] and establishing a reverse earthenware mortar-like countersink in the core at the include angle of 45 degrees Input the light from said light source into Susono of the countersink of the shape of said reverse earthenware mortar, and said optical waveguide mold SPR phenomenon measurement chip with which the core of said optical waveguide extended to radial carries out the light guide of the light, and carries out outgoing radiation is prepared on the pivotable substrate. One optical waveguide mold SPR phenomenon measuring device of the 3 publications from claim 1 characterized by having attained measurement of the outgoing radiation light from each optical waveguide respectively with said optical measuring instrument by rotation of said substrate.

[Claim 5] Said optical fiber is one optical waveguide mold SPR phenomenon measuring device of the 3 publications from claim 1 which is being fixed with the movable optical fiber fixture six shafts, and is characterized by the thing which can move to a hand of cut about x, y, the z-axis, and each shaft of a three dimension, and for which it is fixed with a movable fixture and said optical waveguide mold SPR phenomenon measurement chip is enabling coincidence of the optical axis of said optical fiber and the optical axis of the optical waveguide of said optical waveguide mold SPR phenomenon measurement chip of a x axis.

[Claim 6] One optical waveguide mold SPR phenomenon measuring device of the 3 publications from claim 1 characterized by preparing the switch optical waveguide which has the switching function in which incidence is possible for light to the core of said predetermined optical waveguide of the optical waveguide mold SPR phenomenon measurement chip which has the metal thin film prepared so that two or more optical waveguide and each optical waveguide might be contacted between said light source and an optical waveguide mold SPR phenomenon measurement chip.

[Claim 7] The optical waveguide mold SPR phenomenon measuring device according to claim 6 characterized by preparing the branching optical waveguide which condenses the outgoing radiation light from the optical waveguide mold SPR phenomenon measurement chip which has the metal thin film prepared so that two or more optical waveguide and each optical waveguide might be contacted, and carries out a light guide to said optical instrumentation between said optical waveguide mold SPR phenomenon measurement chips and optical instrumentations.

[Claim 8] The core of the optical waveguide of said optical waveguide mold SPR phenomenon measurement chip is an optical waveguide mold

SPR phenomenon measuring device given in seven from claim 1 characterized by having the end face formed in the include angle of 45 degrees to the expanding direction, carrying out incidence of the light to the end face of said core formed [of the core of said optical waveguide] in said 45 degrees from the 90-degree direction from expanding, and carrying out the light guide of the light to said core.
[Claim 9]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the optical waveguide mold SPR phenomenon measuring device which can perform the quantum and the quality of special material an optical waveguide mold SPR phenomenon measuring device and by measuring the refractive index on a metal thin film using optical system in a detail further. That is, it is related with the optical waveguide mold SPR phenomenon measuring device which used the measurement chip which can carry out the light guide of the light to a measurement front face using a waveguide production technique.

[0002]

[Description of the Prior Art] Measurement which used color reaction and an immunoreaction by chemical process measurement, environmental measurement, a clinical laboratory test, etc. conventionally is performed. However, by this measuring method, the sensor which used the optical-pumping surface plasmon resonance phenomenon by high sensitivity as a possible sensor of the quality and quantum measurement of the chemical in a device under test is proposed and put in practical use, without carrying out the sample extract of the device under test, and also there being problems, such as needing complicated actuation and a complicated marker, and needing a marker. Below, surface plasmon resonance (Surface Plasmon Resonance) is abbreviated to SPR, and is used.

[0003] a SPR phenomenon measuring device have the common system which give the incident angle range which be the through lens 3 about the polarizing plate 2 which let only p-polarized light light pass for the light emitted from the light source 1 as show in drawing 16 , be make to

carry out incidence to the high refractive index prism 4 , irradiate the metal thin film 5 with the sensor film which touched the device under test 6 , and detect a change of the reflected light from a metal thin film on the strength with the photoelectron detector 7 through prism 4 .

[0004] The light emitted from the light source 1 serves as an evanescent wave by the interface of prism and a metal, and the wave number is called for by the degree type.

[0005] $k_{ev} = k_p n_p \sin \theta$ -- here, k_p is [the refractive index of prism and θ of the wave number of incident light and n_p] incident angles.

[0006] On the other hand, on a metal thin film front face, a surface plasmon wave arises and the wave number is called for by the degree type.

[0007]

$k_{sp} = (C/\omega) \sqrt{\epsilon_0 n^2 / (\epsilon_0 + n^2)}$

Here, for C, the velocity of light and ω are [the dielectric constant of a metal thin film and n of angular frequency and ϵ_0] the refractive indexes of a device under test.

[0008] When it is the wave number of the angle of incidence θ whose wave number of this evanescent wave and a surface plasmon wave corresponds, or incident light, an evanescent wave is used for excitation of surface plasmon, and the quantity of light observed as the reflected light decreases.

[0009] At drawing 16 , the light emitted from the light source 1 has many types which can be driven while the light source 1 and the photoelectron detector 7 maintain fixed angle of reflection so that incidence of the light which had the range whenever [incident angle / which always exists through a lens 3] may be carried out and the incidence of the light of a still wide range incident angle can be carried out (refer to drawing 16 arrow head).

[0010] Or as shown in drawing 17 , the include angle of incident light presupposes that it is fixed, and also has the type whose wave number of incident light is adjustable, or the type which can carry out the spectrum of the reflected light. In drawing 17 , a sign shows the same member as drawing 16 .

[0011] In order to depend for a SPR phenomenon on the refractive index of the device under test which touched prism and a metal thin film For example, when it measures with the SPR measuring device of a configuration like drawing 16 by using a sample (device under test) as water, By being able to detect as a curve which has the minimum at a certain fixed include angle, as shown in drawing 18 , and fixing an

antibody etc. on about [measuring the refractive-index change by concentration change of a device under test etc.], and a metal thin film. The quantum of special material can be performed by measuring refractive-index change of the antibody combined with the antigen.

[0012] In recent years, as for a SPR phenomenon measuring device, the demand of many channelization has been increasing to the miniaturization. since [however,] the usage which there is a fault that equipment will become large in configuration like drawing 16 , and forms a certain sensor film on a metal thin film, and is measured is most -- a measurement part -- the easy direction of exchange of a metal thin film is mainly desirable. The SPR phenomenon measuring device (product name Biacore Probe) of a fiber mold and the small SPR phenomenon measuring device (product name Spreeta) which arranged the light source, the photoelectron detector, the polarizing plate, and the metal thin film into the epoxy resin from Texas Instruments (Texas Instrument) are sold from the beer core (Biacore) company. Moreover, in addition to this, various small SPR phenomenon measuring devices are proposed.

[0013] However, the thing of a fiber mold has many which form the metal thin film for measurement in the end face, and processing is difficult, is attached to one fiber, and can have only one measurement front face. Moreover, optical components, such as a splitter for taking out the reflected light of an end face and a coupler, are needed.

[0014] The thing of a type which allotted all optical system to the epoxy resin etc. must arrange all the optics with a sufficient precision, and, moreover, has lost the convenience of exchange of a metal thin film. Since a part for the light source or a light sensing portion was furthermore incorporated into epoxy, when exchanging a sensing part, all the parts needed to be exchanged, and there was a fault to which cost becomes high.

[0015]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] It is this invention's being made in view of such the present condition, and that purpose's being small, offering the convenient SPR phenomenon measurement chip of exchange using the optical waveguide production technique versatility and productivity being high, and offering the SPR phenomenon measuring device which connected the light source and an optical measuring instrument to this SPR phenomenon measurement chip by the simple approach. Furthermore, the light source, an optical measurement part, and a sensing part are repeated, it is made removable structure, and the SPR phenomenon measuring device of a

low price is realized more.

[0016]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, the SPR phenomenon measuring device by this invention The optical waveguide which shuts up and spreads the light which it has the clad prepared in the perimeter of a core and said core, and said core has a refractive index higher than said clad, and carried out incidence to said core, It is the metal thin film which at least a part contacts said core directly, and causes a surface plasmon resonance phenomenon. The optical waveguide mold SPR phenomenon measurement chip equipped with said metal thin film prepared so that the sample which has a surface plasmon resonance phenomenon measured by measuring the light which spreads said core may contact, It is characterized by having an optical connecting means for making optical connection of the light source for carrying out incidence of the light, the optical instrumentation for measuring the light by which outgoing radiation was carried out, and said light source, the optical waveguide of said optical waveguide mold SPR phenomenon measurement chip and said optical instrumentation.

[0017] The description of this invention uses optical waveguide for a SPR phenomenon measurement chip, and is that it combined by the light source, and a detector and simple optical system. If an optical waveguide production technique is used, various functions can be given with it being as preparing a diffraction grating **** [, and], and it is possible to produce those SPR phenomenon measurement chips cheaply and so much. [producing many waveguide cores on one chip] [branching on the way]

[0018] Moreover, connection with the light source and an optical measuring instrument becomes easy by the approach of I/O of the light to various optical waveguides.

[0019]

[Embodiment of the Invention] The principle of the SPR phenomenon measurement by this invention is application of the format of drawing 17 , uses optical waveguide instead of prism, and measures a spectrum.

[0020] The schematic diagram of the SPR phenomenon measurement chip using the optical waveguide which is the sensing part of the SPR measuring device of this invention is shown in drawing 1 a.

* NOTICES *

JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

TECHNICAL FIELD

[Industrial Application] This invention relates to the optical waveguide mold SPR phenomenon measuring device which can perform the quantum and the quality of special material an optical waveguide mold SPR phenomenon measuring device and by measuring the refractive index on a metal thin film using optical system in a detail further. That is, it is related with the optical waveguide mold SPR phenomenon measuring device which used the measurement chip which can carry out the light guide of the light to a measurement front face using a waveguide production technique.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

PRIOR ART

[Description of the Prior Art] Measurement which used color reaction and an immunoreaction by chemical process measurement, environmental measurement, a clinical laboratory test, etc. conventionally is performed. However, by this measuring method, the sensor which used the optical-pumping surface plasmon resonance phenomenon by high sensitivity as a possible sensor of the quality and quantum measurement of the chemical in a device under test is proposed and put in practical use, without carrying out the sample extract of the device under test, and also there being problems, such as needing complicated actuation and a complicated marker, and needing a marker. Below, surface plasmon resonance (Surface Plasmon Resonance) is abbreviated to SPR, and is used.

[0003] a SPR phenomenon measuring device have the common system which give the incident angle range which be the through lens 3 about the polarizing plate 2 which let only p-polarized light light pass for the light emitted from the light source 1 as show in drawing 16 , be make to carry out incidence to the high refractive index prism 4 , irradiate the metal thin film 5 with the sensor film which touched the device under test 6 , and detect a change of the reflected light from a metal thin film on the strength with the photoelectron detector 7 through prism 4 .

[0004] The light emitted from the light source 1 serves as an evanescent wave by the interface of prism and a metal, and the wave number is called for by the degree type.

[0005] $k_{ev} = k_p n_p \sin \theta$ -- here, k_p is [the refractive index of prism and θ of the wave number of incident light and n_p] incident angles.

[0006] On the other hand, on a metal thin film front face, a surface plasmon wave arises and the wave number is called for by the degree type.

[0007]

$k_{sp} = (C/\omega) \sqrt{\epsilon_0 n^2 / (\epsilon_0 + n^2)}$

Here, for C, the velocity of light and ω are [the dielectric constant of a metal thin film and n of angular frequency and ϵ_0] the refractive indexes of a device under test.

[0008] When it is the wave number of the angle of incidence θ whose wave number of this evanescent wave and a surface plasmon wave corresponds, or incident light, an evanescent wave is used for excitation of surface plasmon, and the quantity of light observed as the reflected light decreases.

[0009] At drawing 16 , the light emitted from the light source 1 has many types which can be driven while the light source 1 and the photoelectron detector 7 maintain fixed angle of reflection so that incidence of the light which had the range whenever [incident angle / which always exists through a lens 3] may be carried out and the incidence of the light of a still wide range incident angle can be carried out (refer to drawing 16 arrow head).

[0010]

* NOTICES *

JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

EFFECT OF THE INVENTION

[Effect of the Invention] Since it is made to combine with it being as preparing a diffraction grating **** [, and] by the light source, and a detector and simple optical system using the optical waveguide mold SPR phenomenon measurement chip which can give various functions as explained above according to the SPR phenomenon measuring device by this invention, the SPR present measuring device of various classes can be offered. [producing many cores of optical waveguide on one SPR phenomenon measurement chip] [branching on the way] Moreover, while it is possible to produce many kinds of SPR phenomenon measurement chips cheaply and so much with an optical waveguide production technique, since connection with the light source and an optical instrumentation is easy, there is also an advantage [instrumentation / said SPR phenomenon measurement chip, the light source, and / optical] easily of being exchangeable.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

TECHNICAL PROBLEM

[Problem(s) to be Solved by the Invention] It is this invention's being made in view of such the present condition, and that purpose's being small, offering the convenient SPR phenomenon measurement chip of exchange using the optical waveguide production technique versatility and productivity being high, and offering the SPR phenomenon measuring device which connected the light source and an optical measuring instrument to this SPR phenomenon measurement chip by the simple approach. Furthermore, the light source, an optical measurement part, and a sensing part are repeated, it is made removable structure, and the SPR phenomenon measuring device of a low price is realized more.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

MEANS

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, the SPR phenomenon measuring device by this invention The optical waveguide which shuts up and spreads the light which it has the clad prepared in the perimeter of a core and said core, and said core has a refractive index higher than said clad, and carried out incidence to said core, It is the metal thin film which at least a part contacts said core directly, and causes a surface plasmon resonance phenomenon. The optical waveguide mold SPR phenomenon measurement chip equipped with said metal thin film prepared so that the sample which has a surface plasmon resonance phenomenon measured by measuring the light which spreads said core may contact, It is characterized by having an optical connecting means for making optical connection of the light source for carrying out incidence of the light, the optical instrumentation for measuring the light by which outgoing radiation was carried out, and said light source, the optical waveguide of said optical waveguide mold SPR phenomenon measurement chip and said optical instrumentation.

[0017] The description of this invention uses optical waveguide for a SPR phenomenon measurement chip, and is that it combined by the light source, and a detector and simple optical system.

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

EXAMPLE

[Example] Hereafter, although an example explains this invention still more concretely, this invention is not limited to these examples.

[0052]

[Example 1] About 1 micrometer of chromium was formed by the spatter on the epoxy substrate. UV hardenability macromolecule core material was applied on it, and only the need part was hardened with UV light which let the mask pass. The solvent removed a part for a non-hard spot.

[0053] The cross-section configuration of the produced core was set to 62.5micrometerx62.5micrometer, four cores were produced and distance between cores was set to 2.5mm. Moreover a thermosetting macromolecule clad plate is applied, heat hardening was carried out, and 100 micrometers was formed. Epoxy group plate another moreover with adhesives was pasted up. The substrate was put into the chromium solution, the chromium layer was dissolved, and the first epoxy group plate was exfoliated. Then, the smooth waveguide core appeared.

[0054] Apply UV hardenability macromolecule clad plate on it, and a clad is stiffened except for a part of core (SPR phenomenon measurement public funds group thin film formation part) using a mask. titanium after a solvent's removing a part for a non-hard spot, pasting up the glass block for end-face polish and optical fiber connection on the incidence edge of the optical waveguide, and an outgoing radiation edge and performing end-face polish -- 50A and gold -- 450A and SUBATTA -- it formed by law and an optical waveguide mold SPR measurement chip like drawing 2 was produced.

[0055]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1 a] The schematic diagram of the optical waveguide mold SPR phenomenon measurement chip by this invention.

[Drawing 1 b] The perspective view of a SPR phenomenon measurement chip which prepared passage.

[Drawing 2] The schematic diagram of a multi-channel mold optical waveguide mold SPR phenomenon measurement chip.

[Drawing 3] The explanatory view of the manufacture approach of an optical waveguide mold SPR phenomenon measurement chip.

[Drawing 4] The explanatory view of the manufacture approach of an optical waveguide mold SPR phenomenon measurement chip.

[Drawing 5] The explanatory view of the manufacture approach of an optical waveguide mold SPR phenomenon measurement chip.

[Drawing 6] The schematic diagram of the SPR phenomenon measuring device connected with the optical fiber.

[Drawing 7] The schematic diagram of the SPR phenomenon measuring device which used the optical-axis doubling machine.

[Drawing 8 a] The schematic diagram of the SPR phenomenon measuring device using 45-degree mirror.

[Drawing 8 b] The schematic diagram of the SPR phenomenon measuring device using 45-degree mirror.

[Drawing 9] The schematic diagram of the SPR phenomenon measuring device which has arranged the carrier light emitting device for the SPR phenomenon measurement chip.

[Drawing 10] The schematic diagram of the SPR phenomenon measuring device using a grating.

[Drawing 11 a] The schematic diagram of the optical fiber block which the guide pin hole attached.

[Drawing 11 b] The schematic diagram of the SPR phenomenon measurement chip which the guide pin hole attached.

[Drawing 11 c] The schematic diagram of connection of the optical fiber block using a guide pin and a SPR phenomenon measurement chip.

[Drawing 12 a] The schematic diagram of the SPR phenomenon metering device using a circular SPR phenomenon measurement chip and a rotation base.

[Drawing 12 b] The schematic diagram of the SPR phenomenon metering device using a circular SPR phenomenon measurement chip and a rotation base.

[Drawing 13] The schematic diagram of the SPR phenomenon measuring device using a switch.

[Drawing 14] Drawing showing the result of having measured air and water with the equipment of the configuration of drawing 6 .

[Drawing 15] Drawing showing the result of having measured various samples with the equipment of the configuration of drawing 6 .

[Drawing 16] The schematic diagram of the SPR phenomenon measuring device in the conventional incident angle measurement type.

[Drawing 17] The schematic diagram of the SPR phenomenon measuring device in the conventional spectrometry type.

[Drawing 18] Drawing showing the result of having measured the SPR phenomenon by drawing 16 .

[Description of Notations]

1 Light Source

2 Polarizing Plate and Polarizer

3 Lens

4 High Refractive-Index Prism

5 Metal Thin Film

6 Sample (Device under Test)

7 Photoelectron Detector

8 Clad

9 Waveguide Core

10 Exaggerated Clad

11 Incident Light

12 Hikaru Idei

13 Slot for Forming Core

14 Substrate

15 Metal Membrane (Sacrifice Layer)

16 SPR Phenomenon Measurement Chip

17 Measurement Front Face

- 18 Optical Fiber Block
- 19 Optical Fiber
- 20 Optical Connector
- 21 Light Source
- 22 Optical Measuring Instrument
- 23 Computer (Arithmetic Unit)
- 24 Optical Fiber Fixture
- 25 Migration Stage
- 26 Migration Stage
- 27 Fixture
- 28 SPR Phenomenon Measurement Chip
- 29 Plinth
- 30 Guide
- 31 Grating
- 32 Raise in Basic Wages Optical Fiber
- 33 Slot for Guide Pins
- 34 Block
- 35 Hole
- 36 Guide Pin
- 37 Disc-like Substrate
- 38 Reverse Earthenware Mortar-like Countersink
- 39 Rotation Base
- 40 Switch Waveguide
- 41 SPR Phenomenon Measurement Chip
- 42 Y Branch Waveguide
- 43 Switch Part

[Translation done.]

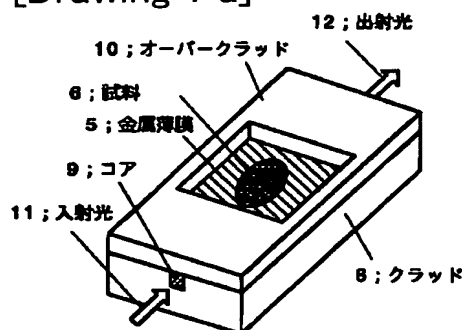
* NOTICES *

JP0 and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

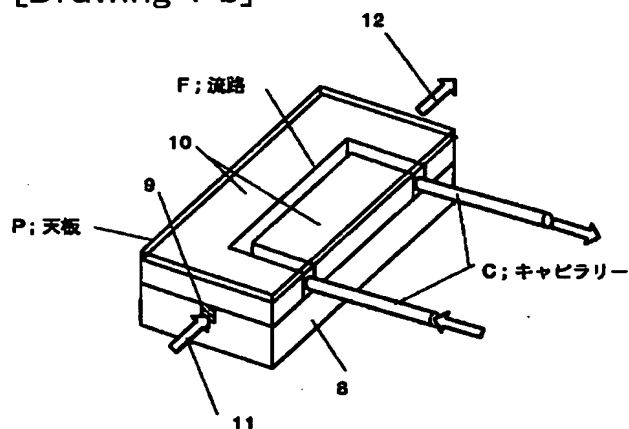
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

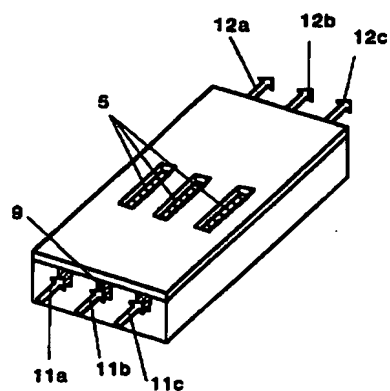
[Drawing 1 a]



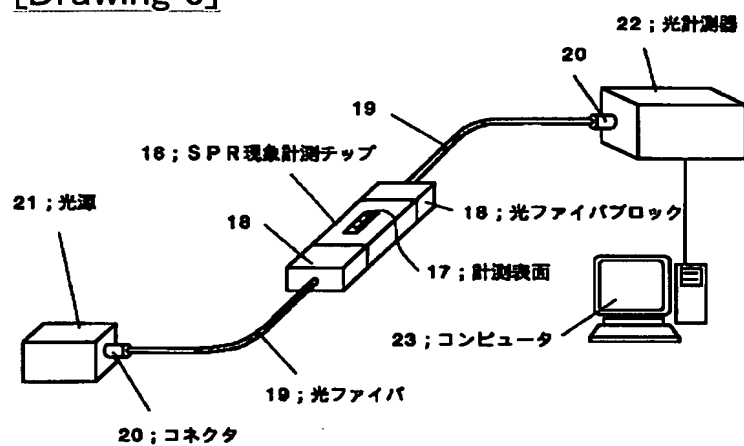
[Drawing 1 b]



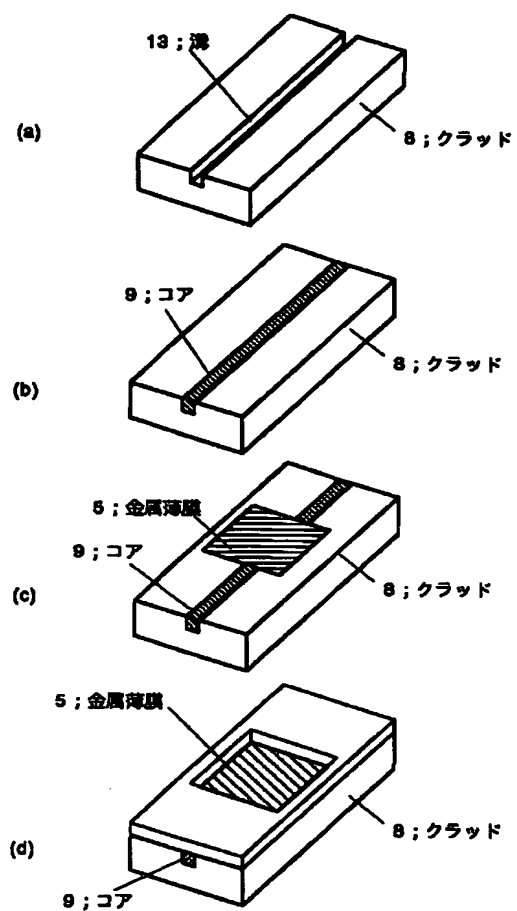
[Drawing 2]



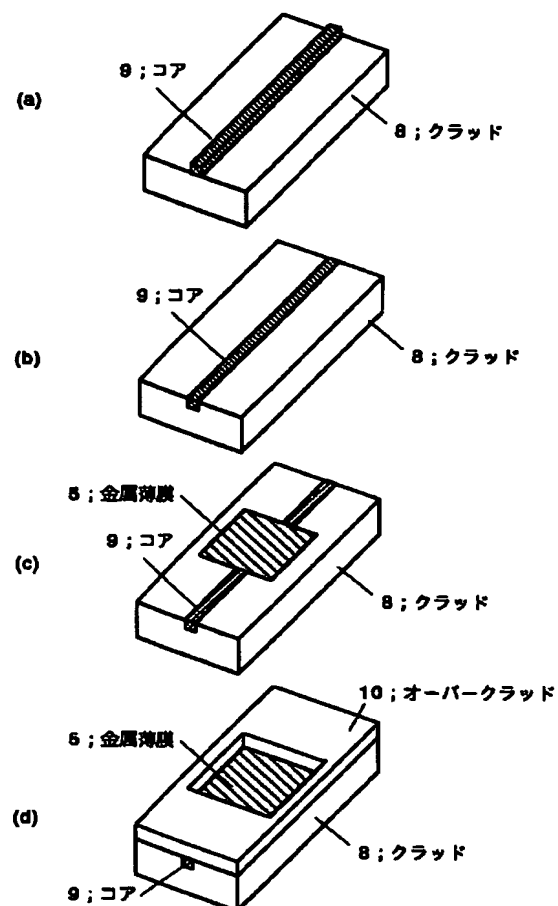
[Drawing 6]



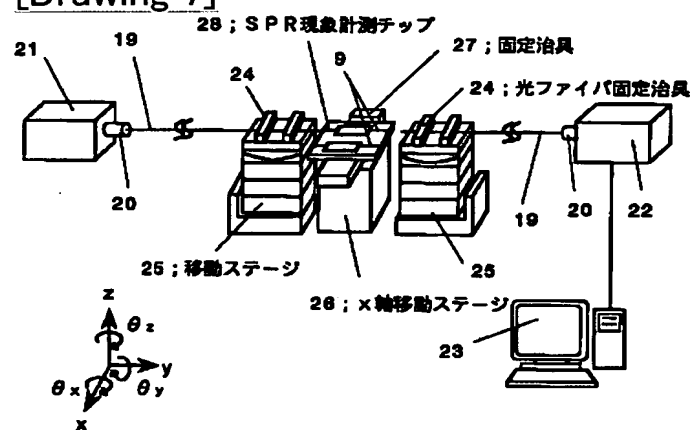
[Drawing 3]



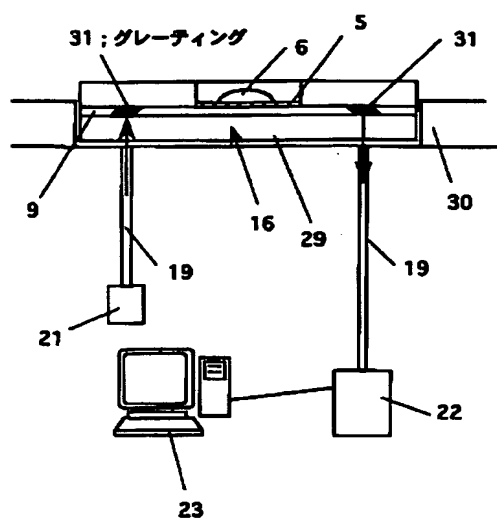
[Drawing 4]



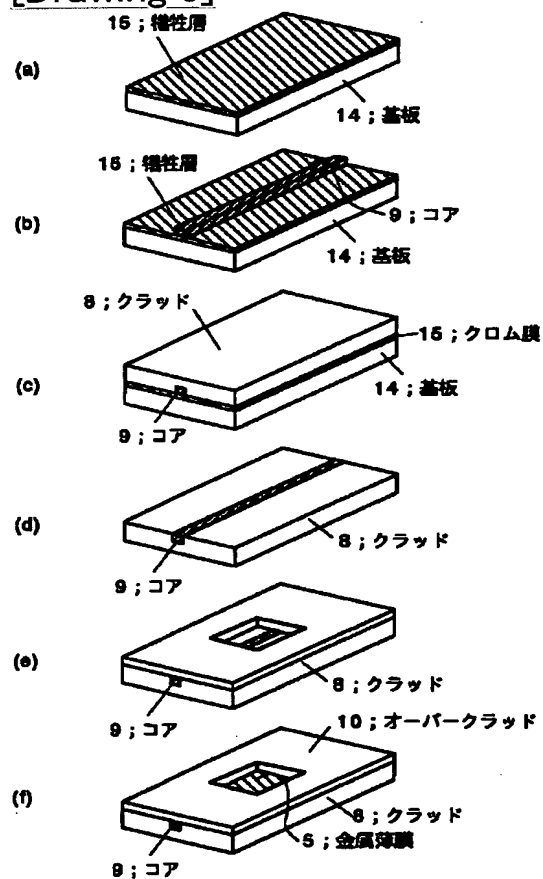
[Drawing 7]



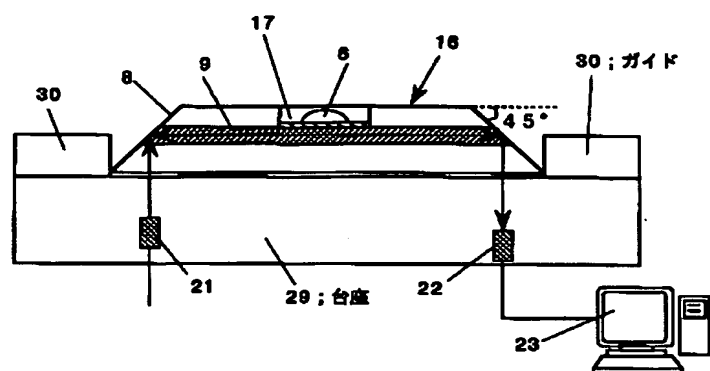
[Drawing 10]



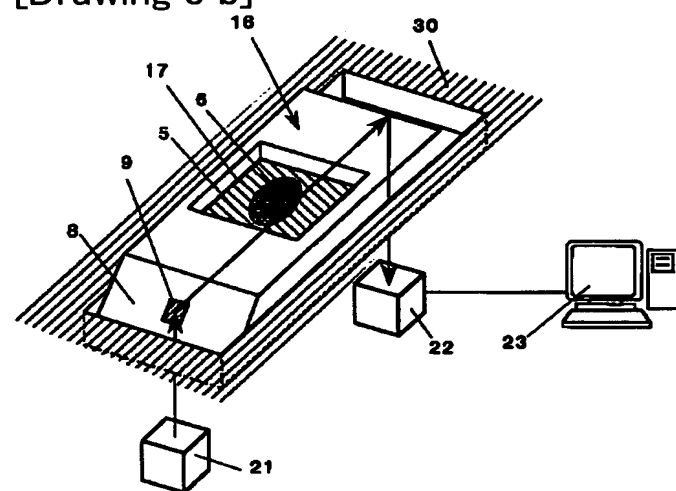
[Drawing 5]



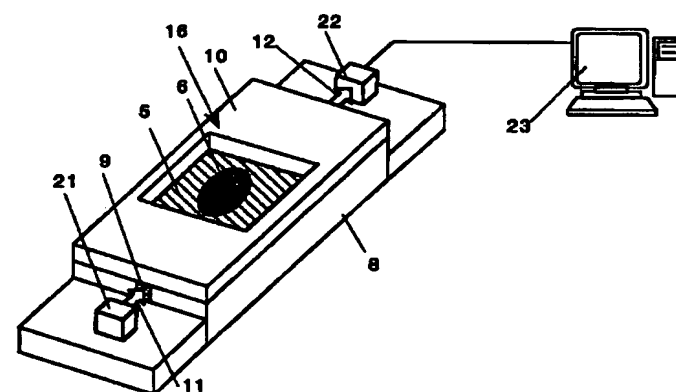
[Drawing 8 a]



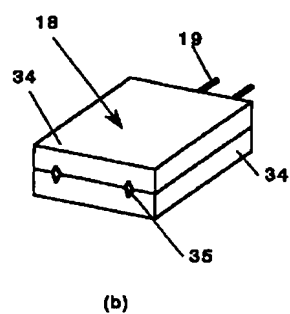
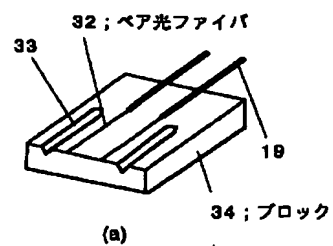
[Drawing 8 b]



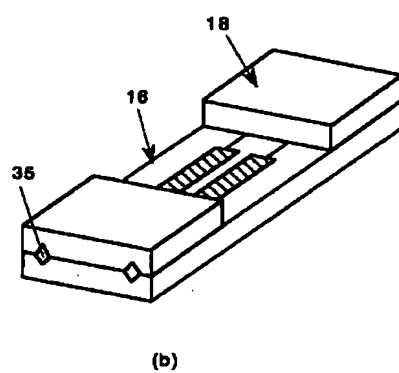
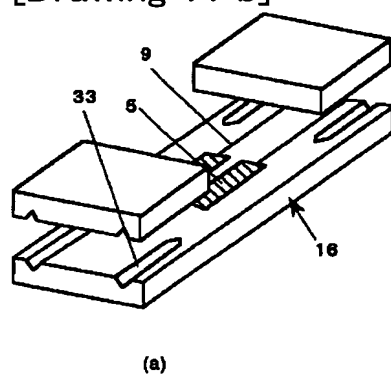
[Drawing 9]



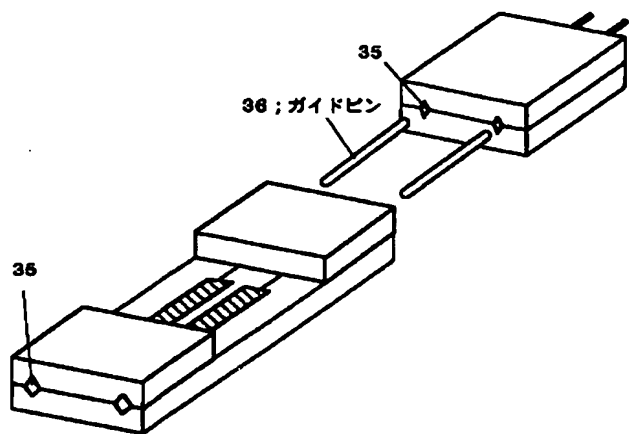
[Drawing 11 a]



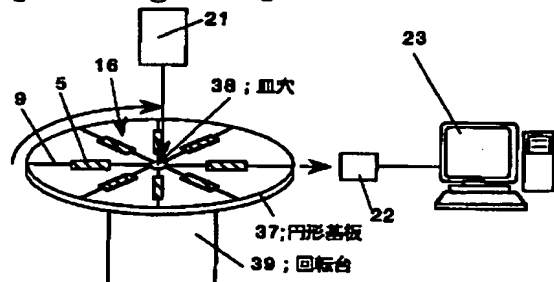
[Drawing 11 b]



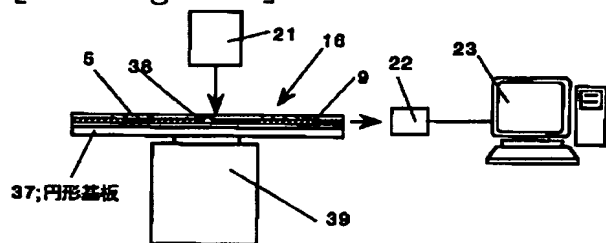
[Drawing 11 c]



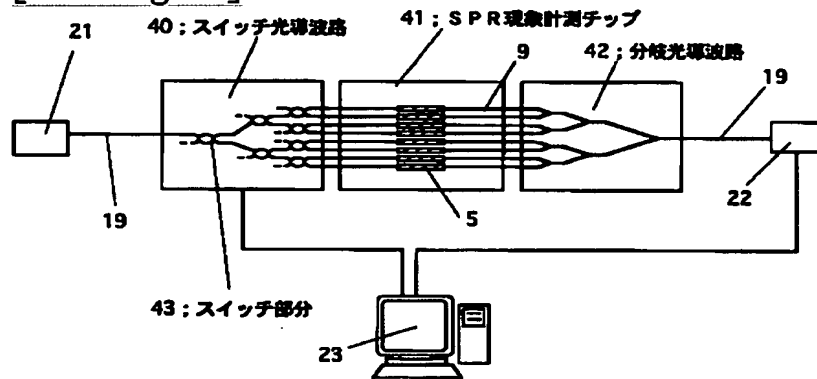
[Drawing 12 a]



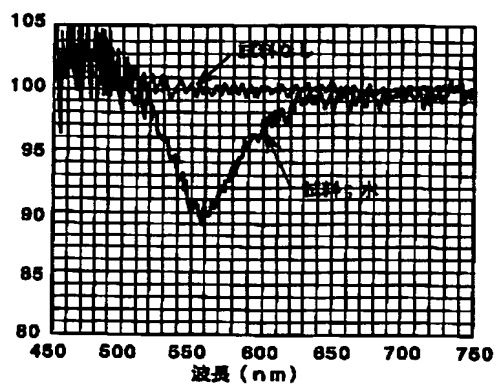
[Drawing 12 b]



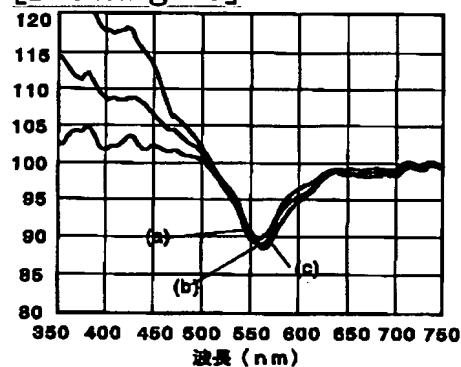
[Drawing 13]



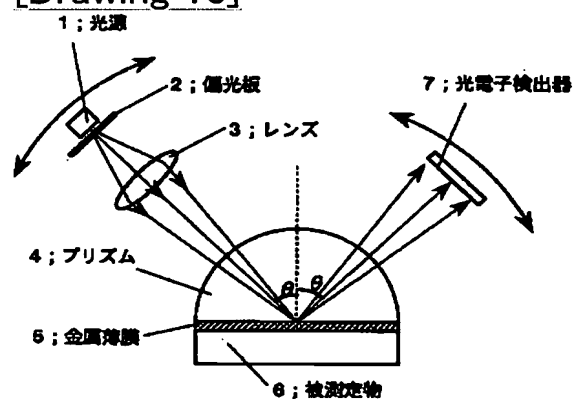
[Drawing 14]



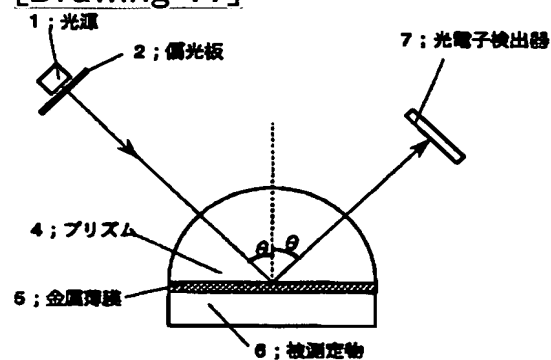
[Drawing 15]



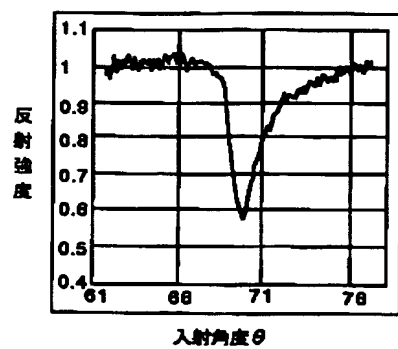
[Drawing 16]



[Drawing 17]



[Drawing 18]



[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.